



TITLE:

6.振動子集団の結合系における引き込み(京都大学大学院理学研究科物理学第一専攻,修士論文題目・アブストラクト(1990年度))

AUTHOR(S):

奥田, 浩司

CITATION:

奥田, 浩司. 6.振動子集団の結合系における引き込み(京都大学大学院理学研究科物理学第一専攻,修士論文題目・アブストラクト(1990年度)). 物性研究 1991, 57(1): 109-111

ISSUE DATE:

1991-10-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/94748>

RIGHT:

つのタイプが確認され、共に双晶境界で分子鎖が折り曲がる変形である。前者の双晶は瞬間（30 msec以内）に形成され、後者の双晶では成長過程が観察された。双晶が成長することと、双晶境界が平行でない場合があることから、双晶転位が存在することがわかる。結晶が弾性変形した後、応力集中によって双晶が形成されることも観察された。モノマーにおいては双晶は発生せず、c軸方向で破断する。したがって高分子の分子鎖の強靱さゆえに、ポリマー単結晶において双晶変形を起こすことが結論できる。変形過程における双晶転位の役割についても考察する。

6. 振動子集団の結合系における引き込み

奥田 浩 司

大脳皮質の第一次視覚野には、網膜上の特定の位置に投影された、特定の方向を向いた動く線分にだけ選択的に応答するニューロンが存在することが知られている。このようなニューロンは、同じ応答特性を持ったニューロンどおしが多数集まって、コラムと呼ばれるクラスターを形成しており、視覚皮質には、いろいろな応答特性をもつコラムが、ある程度規則的に並べられている。最近、Grayら[1]は、猫の視覚皮質を用いた実験により、刺激に対するコラムの応答が振動的であることを見いだした。さらに、視覚皮質上で離れた位置にある、同じ方向選択性をもつ2つのコラムの振動的応答が同期することを、彼らは報告している。この実験結果は、脳の情報処理、特に、特徴抽出過程において、振動の位相情報が何らかの役割を果たしていることを示唆している。これを受けていくつかの理論が提出されているが、Kuramoto[2]は、ニューロ的なふるまいをする振動子でニューロンをモデル化し、コラムをそのような振動子の集団として扱うことで、コラムの振動的応答を引き込みによる集団振動の出現と関係づけた。次なるステップは、コラム構造をもつ視覚皮質のモデルとして、振動子集団の結合系を調べることであろう。

このように、振動子の集団の結合系のふるまいは興味深い。そこで、本研究は2つの振動子

集団の結合系からスタートする。ただし、解析を簡単にするため、個々の振動子としてニューロンのようなものは使わず、方程式 $\dot{\phi} = \omega$ (ϕ は mod 2π) に従う位相モデルの振動子を採用する。それぞれの集団は、この振動子 N 個を引力的な sine-coupling で平均場的に結合させ、ノイズを加えることで作られる。ノイズを小さくすると、集団振動が現れることを期待するわけである。振動数の違う 2 つの集団をやはり sine-coupling で結合させることにより、振動子集団の結合系が得られる。それぞれの集団における振動子の分布関数を $n^{(k)}(\phi, t)$ ($k = 1, 2$) で表すと、 $N \rightarrow \infty$ でこの系は次の方程式に従うことがわかる：

$$\frac{\partial n^{(k)}}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial \phi} \left[\left\{ \omega^{(k)} - \int_0^{2\pi} d\phi' \sin(\phi - \phi') \left(n^{(k)}(\phi', t) + K n^{(k')}(\phi', t) \right) \right\} n^{(k)}(\phi, t) \right] + D \frac{\partial^2 n^{(k)}}{\partial \phi^2} \quad (k, k') = (1, 2) \text{ あるいは } (2, 1)$$

ここで、 K は集団間の結合の強さ、 D はノイズの強さを表す。これを基礎方程式として、 D を小さくしたときに、定常解 $n^{(1)} = n^{(2)} = 1/2\pi$ からどのような集団振動解が分岐するかを、標準的な摂動法を用いて調べた。その結果、 K が大きいときには、2 つの集団における集団振動は同期し、 K が小さいときには、2 つの独立な集団振動が現れることがわかった。さらに、計算機シミュレーションと合わせて、図 1 に示すような分岐構造を得た。

独立な振動が現れているときでも、一方の集団における振動は、小さな振幅でもう片方の集団に影響を与えている。このことは、直接の結合はもたないが振動数の近い 2 つの集団が、間に別の集団を介して、同期した振動を示す可能性を示唆している。そこで、図 2 に示すようなリング状に並んだ 4 つの集団の結合系について調べてみた。振動数の近い集団 1 と 3、あるいは、2 と 4 の振動が同期することを期待するわけである。解析は $\delta = 0$ としておこなったが、本質的な違いはないはずである。その結果として、期待が正しいことが証明された。このような間接的結合による振動の同期は、一般の振動子集団結合系でも起こり得ると思われる。

参考文献

- [1] C.M.Gray, P.Konig, A.K.Engel and W.Singer, Nature 338 (1989) 334
- [2] Y.Kuramoto, Physica D, in press

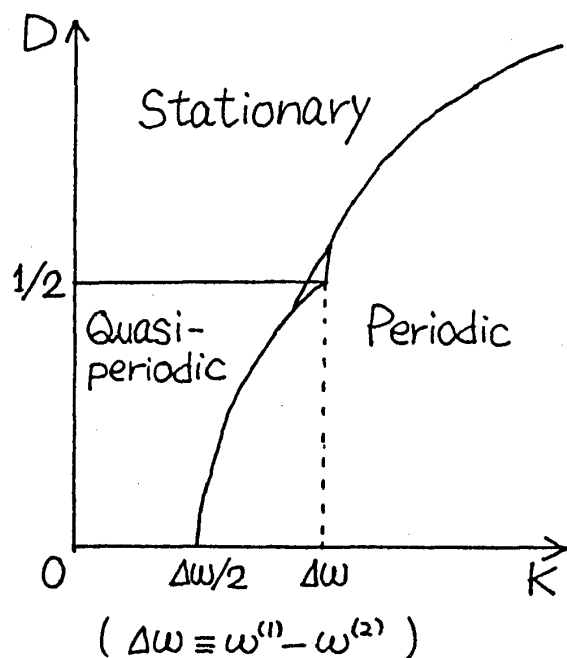


図 1

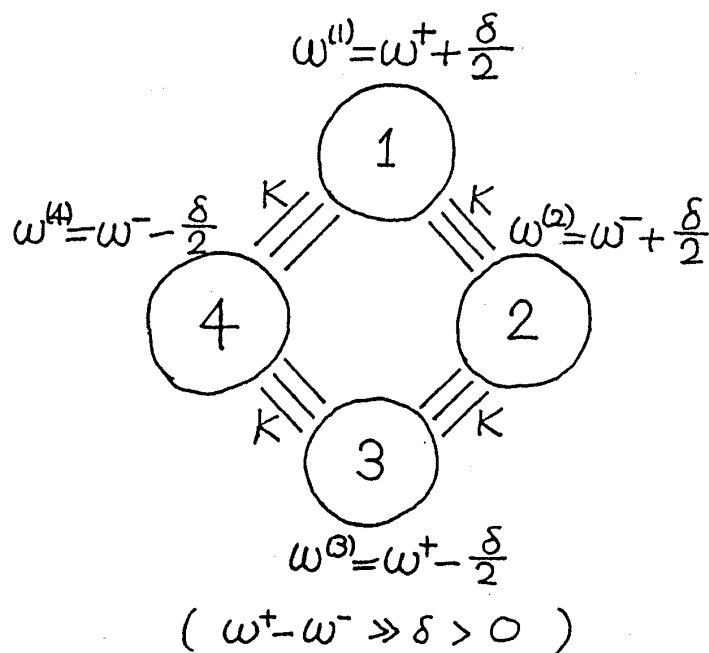


図 2

7. 高導電性ポリアセチレンの金属性伝導

金子 浩

ポリアセチレンは最も単純で基本的な構造を持つ一次元共役高分子であり、ドーピングによって電気伝導度を広範に変化させることができる。ドーピングレベルが低い場合にはポリアセチレンの分子鎖が結合交代をしてエネルギー的に縮退していることに起因する、ソリトンと呼ばれる励起が存在することが知られており、その存在及び性質はよく調べられていて、ドーピング濃度の低いときの多くの実験結果を説明するのに成功している。ドーピング量を多くすると金属的電気伝導を示すようになるが、ソリトンは互いに近接して格子を組むなどして強く相互作用するため新たな検討を必要としている。

従来、ポリアセチレンについては白川により開発された、フィブリルと呼ばれる、分子鎖が束になったひも状の結晶が絡み合う構造をし、密度も理論値の $1/3$ 程度となるフィルムを使って研究が進められていたため、電気伝導度を高めることが困難で、また電氣的性質についても、ポリアセチレン固有の一次元共役高分子鎖よりは